

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Guru fisika yang berkompeten adalah guru fisika yang menguasai konsep fisika dengan baik sekaligus memiliki kemampuan pedagogik konten fisika yang memadai. Kompetensi calon guru fisika dapat dikembangkan melalui pembelajaran yang bermakna yang mendukung terlatihnya konsep fisika dan pedagogik konten fiska (Sukadi *et al*, 2015). Mirzhaei dan Phang (2013) menyampaikan bahwa salah satu upaya untuk mendukung lingkungan belajar yang mendorong terciptanya pembelajaran yang bermakna adalah dengan mendidik mahasiswa calon guru fisika sebagai guru yang reflektif. Guru yang reflektif adalah guru yang mampu bertindak dan berpikir secara reflektif baik selama proses pembelajaran (*reflection-in action*) maupun setelah pembelajaran (*reflection-in action*) (Schön, 1991).

Konsep tentang berpikir reflektif diusulkan pertama kali oleh John Dewey pada tahun 1910 dalam bukunya *How We Think*. Konsep berpikir ini banyak diimplementasikan di berbagai bidang, salah satunya di bidang pendidikan. Berpikir reflektif adalah keterampilan berpikir yang penting yang akan mempengaruhi kualitas seorang guru (Tican & Taspinar, 2015). Tican dan Tasnibar menyatakan bahwa guru yang memiliki keterampilan berpikir reflektif sejatinya adalah seorang peneliti yang senantiasa berusaha mengadopsi pendekatan baru, termasuk ragam aktivitas dalam kelas, mengembangkan aktivitas berdasarkan balikan yang diberikan oleh siswa, serta melakukan analisis program pembelajarannya untuk mengembangkan lebih lanjut secara kontinu dan mandiri. Berdasarkan uraian di atas dapat disimpulkan bahwa melatih

keterampilan berpikir reflektif pada calon guru fisika adalah hal yang urgen untuk dilakukan.

Dewey (1993) menyatakan bahwa berpikir reflektif merupakan proses berpikir yang hati-hati dan mendalam untuk memikirkan apa yang diketahui, apa yang harus diketahui, dan bagaimana menjembatani kesenjangan ini. Ini berarti berpikir reflektif sangat berperan dalam pemecahan masalah. Berpikir reflektif bagi seorang guru adalah keterlibatannya dalam memecahkan masalah dan upaya memecahkan masalah tersebut agar lebih efektif, baik masalah terkait konten maupun proses pembelajarannya (Çimer *et al*, 2013). Oleh karena itu melatih keterampilan memecahkan masalah yang mendukung terlatihnya keterampilan berpikir reflektif adalah salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mendidik calon guru fisika agar menjadi guru fisika yang reflektif.

Memecahkan masalah secara reflektif menurut Dewey (1993), memenuhi langkah-langkah pemecahan masalah sebagai berikut.

1. Merasakan adanya suatu masalah atau kesulitan. Masalah atau kesulitan yang ditemukan ini memerlukan upaya pemecahan dan pencarian solusi.
2. Merumuskan dan membatasi masalah atau kesulitan tersebut. Langkah ini melibatkan observasi untuk mengumpulkan data atau fakta yang berhubungan dengan masalah tersebut.
3. Mengajukan alternatif pemecahan terhadap masalah atau kesulitan tersebut dalam bentuk hipotesis. Hipotesis ini dapat berupa pertanyaan berdasarkan hasil pemikiran untuk menjelaskan fakta maupun hal-hal yang menyebabkan terjadinya masalah tersebut.
4. Merumuskan alasan-alasan dan akibat dari hipotesis yang dirumuskan secara tersebut deduktif.
5. Menguji hipotesis-hipotesis yang diajukan dengan berdasarkan fakta-fakta yang dikumpulkan melalui penyelidikan atau penelitian. Hasil penelitian hipotesis ini bisa menguatkan hipotesis. Berdasarkan langkah terakhir ini maka dapat dirumuskan pemecahan masalah yang sesuai.

Ellianawati, 2016

PENGEMBANGAN PERKULIAHAN FISIKA MATEMATIKA BERBASIS COGNITIVE APPRENTICESHIP-INSTRUCTION UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN BERPIKIR REFLEKTIF CALON GURU FISIKA

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Selanjutnya, untuk dapat melaksanakan langkah-langkah pemecahan masalah secara reflektif di atas, menurut Dewey (1993) diperlukan kemampuan-kemampuan sebagai berikut.

- a. *Recognize or felt difficulty of problem*, mengenali dan mengidentifikasi masalah.
- b. *Location and definition of the problem*, membatasi dan merumuskan masalah.
- c. *Suggestion of possible solution*, mengajukan beberapa kemungkinan alternatif solusi pemecahan masalah.
- d. *Rational elaboration of an idea*, mengembangkan ide untuk memecahkan masalah dengan cara mengumpulkan data yang dibutuhkan.
- e. *Test and formation of conclusion*, melakukan tes untuk menguji pemilihan alternatif pemecahan masalah dan menggunakannya sebagai pertimbangan dalam membuat kesimpulan.

Mata kuliah dalam kurikulum Program Studi Pendidikan Fisika yang berpotensi memberikan banyak latihan pemecahan masalah adalah mata kuliah Fisika Matematika. Mata kuliah Fisika Matematika merupakan mata kuliah wajib tempuh yang memberikan bekal kepada mahasiswa dasar-dasar teknik analisis matematis persoalan fisika. Mata kuliah ini berbobot 8 SKS dan terbagi dalam dua semester. Pada beberapa perguruan tinggi penempatan mata kuliah Fisika Matematika dalam kurikulum cukup bervariasi. Ada yang ditempatkan pada semester kedua dan ketiga berturut-turut dan ada pula yang ditempatkan pada semester ketiga dan keempat berturut-turut. Penempatan mata kuliah Fisika Matematika di semester awal dirancang untuk mempersiapkan mahasiswa menguasai teknik analisis matematis yang akan mereka tempuh pada semester selanjutnya.

Materi yang disampaikan dalam perkuliahan Fisika Matematika ini merupakan materi lanjutan dari materi perkuliahan Matematika Dasar untuk Fisika. Mata kuliah Listrik Magnet, Mekanika, Fisika Modern, Elektronika, Termodinamika, Gelombang, Optika, Fisika Kuantum, Fisika Zat Padat, Fisika

Ellianawati, 2016

PENGEMBANGAN PERKULIAHAN FISIKA MATEMATIKA BERBASIS COGNITIVE APPRENTICESHIP-INSTRUCTION UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN BERPIKIR REFLEKTIF CALON GURU FISIKA

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Inti, dan Fisika Statistik akan banyak memanfaatkan materi Fisika Matematika ini. Dengan demikian, keberhasilan mahasiswa dalam menguasai dasar-dasar teknik analisis matematis dalam mata kuliah Fisika Matematika akan berpengaruh pada keberhasilan mahasiswa dalam menempuh mata kuliah-mata kuliah fisika lanjut tersebut.

Pada proses pemecahan masalah Fisika Matematika, mahasiswa diharapkan telah mampu menggunakan pengetahuan yang sudah mereka miliki untuk menyelesaikan permasalahan pada konteks baru. Hal ini sesuai dengan teori Dewey (1993) dalam hal menjembatani kesenjangan antara pengetahuan yang dimiliki dan pengetahuan yang harus dimiliki dalam memecahkan masalah. Penguasaan tentang dasar-dasar teknik analisis matematis melalui perkuliahan Matematika Dasar untuk Fisika, konsep dasar fisika dari perkuliahan Fisika Dasar, serta teknik analisis matematika dari perkuliahan Fisika Matematika berperan penting dalam menyelesaikan permasalahan Fisika Matematika. Dengan melakukan analisis yang akurat karena melibatkan pengetahuan yang dimiliki serta mampu menerapkannya pada konteks yang berbeda, maka pemecahan masalah Fisika Matematika yang diberikan akan logis, sistematis, dan akurat. Bila kemampuan ini dilatihkan secara bertahap dan kontinu maka mahasiswa calon guru fisika akan memiliki keterampilan berpikir reflektif dalam memecahkan masalah Fisika Matematika.

Melihat manfaat yang dapat dipetik dari pentingnya membekalkan keterampilan berpikir reflektif pada calon guru fisika ini, maka sudah seharusnya bila dilakukan peningkatan kualitas perkuliahan Fisika Matematika. Perkuliahan Fisika Matematika yang diterapkan pada Program Studi Pendidikan Fisika seharusnya memiliki kekhasan dalam melatih keterampilan berpikir reflektif bagi mahasiswa calon guru fisika. Untuk itu, perlu dirumuskan suatu bentuk perkuliahan Fisika Matematika yang memuat sintaks, bahan ajar, dan asesmen yang sesuai bagi mahasiswa Program Studi Pendidikan Fisika untuk meningkatkan keterampilan berpikir reflektif mereka.

Ellianawati, 2016

PENGEMBANGAN PERKULIAHAN FISIKA MATEMATIKA BERBASIS COGNITIVE APPRENTICESHIP-INSTRUCTION UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN BERPIKIR REFLEKTIF CALON GURU FISIKA

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Terkait upaya peningkatan kualitas perkuliahan Fisika Matematika, telah dilakukan studi lapangan untuk menjajagi pembekalan keterampilan berpikir reflektif yang telah dilakukan pada perkuliahan Fisika Matematika bagi mahasiswa Program Studi Pendidikan Fisika. Studi lapangan ini berupa kegiatan penyebaran angket dan wawancara tentang pelaksanaan perkuliahan Fisika Matematika yang telah dilakukan oleh dosen dan dialami mahasiswa selama ini. Hasil analisis terhadap respon angket dan wawancara dengan mahasiswa dan dosen pengampu di salah satu perguruan tinggi negeri di Bandung pada semester gasal 2012/2013 (Ellianawati, 2013a) dan di salah satu perguruan tinggi negeri di Semarang pada semester gasal 2013/2014 (Ellianawati *et al*, 2013b) diperoleh dua temuan penting.

Temuan pertama dari studi lapangan melalui respon angket dan wawancara adalah bahwa perkuliahan Fisika Matematika yang dilakukan oleh kedua dosen di kedua perguruan tinggi tersebut telah membekalkan empat dari lima keterampilan berpikir reflektif dalam memecahkan masalah berdasarkan *framework* Dewey. Hal yang jarang atau belum dilakukan oleh mahasiswa dalam pemecahan masalah adalah langkah kelima, yaitu melakukan kegiatan refleksi. Kegiatan refleksi yang dimaksud adalah melakukan tes untuk menguji alternatif pemecahan masalah dan menggunakannya sebagai bahan pertimbangan membuat kesimpulan atau solusi. Temuan di atas sejalan dengan temuan Mason (2002) dalam Sabandar (2010) bahwa tidak semua peserta didik dapat dengan cepat menemukan solusi dan jika solusi itu telah ditemukan peserta didik cenderung merasa puas dan mengakhiri proses belajarnya.

Temuan kedua adalah bahwa dalam penyelesaian masalah Fisika Matematika mahasiswa sudah mengarah pada konsep fisika yang benar namun masih mengalami kesulitan dalam eksekusi akhir. Kesulitan ini terutama dalam penurunan persamaan, penyelesaian matematis yang berkaitan dengan integral, diferensial, dan aljabar. Terdapat kecenderungan bahwa mahasiswa belum mampu menggunakan pengetahuan dasar integral, aljabar, dan diferensial yang

Ellianawati, 2016

**PENGEMBANGAN PERKULIAHAN FISIKA MATEMATIKA BERBASIS COGNITIVE APPRENTICESHIP-
INSTRUCTION UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN BERPIKIR REFLEKTIF CALON GURU
FISIKA**

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

dimilikinya untuk memecahkan masalah terkait analisis matematis pada situasi yang baru. Beberapa mahasiswa juga belum tepat dalam mengaitkan konsep fisika dengan teknik analisis matematis yang sesuai.

Upaya untuk mengantisipasi berulangnya kendala yang dialami mahasiswa terdahulu dilakukan melalui pengkajian lebih lanjut terhadap kurikulum dan proses perkuliahan Fisika Matematika. Hal ini juga dimaksudkan supaya materi yang telah dibekalkan pada perkuliahan Matematika Dasar untuk Fisika, Fisika Dasar, dan Fisika Matematika dapat menjadi lebih bermakna bagi mahasiswa ketika menempuh mata kuliah fisika lanjut di semester berikutnya. Oleh karena itu telah dilakukan tahapan studi lapangan selanjutnya yaitu studi tentang kurikulum Fisika Matematika. Untuk merangkum materi terkait dasar-dasar teknik analisis matematis yang dibutuhkan dalam materi fisika lanjut dilakukan studi literatur terdapat pada *software HiperPhysics* yang dibuat oleh Nave (2014). *Software* ini dipilih karena berisi peta konsep semua materi fisika, sehingga mudah untuk menelusurinya. Berdasarkan hasil penelusuran ini ditemukan bahwa keterampilan dasar integral, diferensial, aljabar, geometri dan trigonometri merupakan keterampilan yang banyak digunakan dalam penjelasan konsep fisika.

Secara umum, hasil analisis kurikulum Fisika Matematika dari studi literatur ini antara lain, penyelesaian yang berkaitan dengan fungsi trigonometri dan permasalahan geometri banyak ditemukan pada materi cahaya. Materi tentang bunyi banyak memanfaatkan konsep deret Fourier dalam penjelasan konsepnya. Penggunaan teori diferensial dan integral mendominasi uraian tentang kelistrikan dan kemagnetan seperti pada Teorema Stokes dan Teorema Divergensi. Teorema Stokes dalam membahas Hukum Ampere dan Teorema Divergensi dalam mengkaji Hukum Gauss menggunakan teori diferensial dan integral. Konsep kalor dan termodinamika juga banyak memanfaatkan teori diferensial dan integral. Adapun materi fisika kuantum, mekanika, dan fisika inti menggunakan keempat teknik dasar matematika tersebut secara proporsional.

Analisis kurikulum yang dilakukan pada studi pendahuluan ini menguatkan bahwa penguasaan konsep matematika sangat penting dalam penguasaan konsep fisika. Namun hal yang juga perlu dipertimbangkan adalah persepsi tentang konsep matematika. Persepsi yang kuat tentu akan sangat berperan dalam pengembangan kognisi mahasiswa pendidikan fisika. Artinya, jika persepsi terkait konsep matematika terhadap konsep fisika lemah, maka mahasiswa akan sulit mengembangkan pengetahuan yang sudah ada. Hal ini juga akan menyebabkan mahasiswa mengalami kendala untuk memahami konsep baru yang bertumpu pada konsep sebelumnya. Dengan kata lain, mahasiswa harus yakin bahwa mereka bisa menyelesaikan masalah fisika dan tidak bermasalah dengan konsep matematika.

Terkait pengambilan data lapangan, selain melalui kegiatan angket, wawancara, dan analisis kurikulum, telah pula dilakukan analisis hasil ujian akhir mata kuliah Fisika Matematika. Kegiatan ini dilakukan untuk mengetahui sejauh mana pembekalan keterampilan berpikir reflektif ini telah dilaksanakan oleh dosen kepada mahasiswa. Informasi dari analisis hasil ujian akhir Fisika Matematika I di sebuah perguruan tinggi negeri di Semarang pada semester genap 2012/2013 menunjukkan temuan yang serupa dengan temuan hasil penyebaran angket sebelumnya bahwa mahasiswa sudah memiliki empat dari lima tahapan penyelesaian masalah secara reflektif (Ellianawati *et al*, 2013c).

Kegiatan yang dilakukan untuk memperoleh data analisis terkait peningkatan keterampilan berpikir reflektif mahasiswa dilakukan penelaahan terhadap terlaksananya komponen-komponen berpikir reflektif dalam penyelesaian masalah Fisika Matematika. Berdasarkan hasil analisis terhadap hasil pekerjaan mahasiswa dalam ujian akhir semester mata kuliah tersebut keterampilan berpikir kritis dalam mengenali, memahami, dan merumuskan masalah sudah cukup terlatih dengan baik. Sudah muncul pula kemampuan berpikir kreatif pada beberapa mahasiswa sehingga mereka dapat menyusun

alternatif pemecahan masalah dan mengembangkan ide baru dari alternatif yang dipilih tersebut.

Keterampilan menyusun dan mengembangkan ide alternatif solusi juga merupakan proses metakognitif, karena mahasiswa berusaha untuk memikirkan kembali apa yang dipikirkannya sehingga menghasilkan solusi alternatif. Proses mencari cara yang lain, mempertanyakan pada diri sendiri “bagaimana jika”, kemudian ketika mengalami kebuntuan memikirkan apa yang salah, dan merancang apa yang akan dilakukan merupakan proses berpikir kritis dan kreatif yang bekerja secara simultan dalam penyelesaian masalah, seperti yang disampaikan oleh Krulik dan Rudnick (1999) dalam Sabandar (2010). Namun ada kecenderungan mahasiswa berkulat terlalu lama pada soal yang dianggap sulit yang menyebabkan kemampuan mempertimbangkan kembali keputusannya hingga menjadi keputusan final belum bisa muncul. Hasil penelitian lapangan ini sejalan dengan apa yang diungkapkan oleh Tyre (2013). Tyre menyatakan bahwa pendekatan sistematis dalam pemecahan masalah akan dapat mengarah ke kualitas yang lebih baik serta mengarah ke solusi yang lebih kuat di berbagai situasi, tetapi pendekatan ini juga memerlukan lebih banyak waktu daripada pendekatan yang lebih intuitif.

Tyre (2013) mengemukakan pentingnya mengasah intuisi mahasiswa dalam memecahkan masalah. Menurut Tyre, dengan menggunakan intuisinya mahasiswa akan menemukan cara-cara yang lebih efektif dan efisien dalam memecahkan masalah dibanding cara-cara konvensional yang dilatihkan. Hal ini penting untuk diterapkan dalam pendidikan calon guru fisika karena seorang calon guru fisika harus memiliki kemampuan memecahkan masalah fisika dengan cerdas dan tidak terjebak pada sikap epistemologinya sehingga selalu ada alternatif solusi kreatif bagi setiap permasalahan fisika yang dihadapinya.

Berdasarkan hasil analisis data terhadap jawaban UAS mahasiswa Pendidikan Fisika tahun 2012/2013 (Ellianawati *et al*, 2013c) terdapat hal yang cukup menggembirakan. Telah muncul kemampuan berpikir secara divergen yang

ditunjukkan oleh mahasiswa. Kemampuan memikirkan alternatif untuk menyelesaikan permasalahan dengan cara di luar cara umum yang diajarkan di kelas sudah terlihat pada jawaban mahasiswa meskipun persentasenya secara kualitas maupun kuantitas masih belum signifikan. Cara-cara berpikir divergen ini berpotensi dalam memberdayakan kemampuan berintuisi mahasiswa. Ternyata setelah ditelusuri, dosen pengampu mata kuliah mahasiswa tersebut memang membiasakan memberi kesempatan mahasiswa untuk mengerjakan soal dengan lebih dari satu cara.

Kemampuan berintuisi hanya akan dapat berkembang manakala proses pembelajaran yang dilakukan mampu melatih cara-cara berpikir kritis dan kreatif secara simultan dan kontinu dimana salah satunya yaitu pembelajaran yang berorientasi pada keterampilan berpikir reflektif (Ellianawati *et al*, 2013c). Oleh karena itu, implikasinya dalam perkuliahan Fisika Matematika ini yaitu penting untuk diberikan penguatan yang mencakup beragam penugasan yang dirangkai secara simultan dan diberikan secara kontinu sehingga mahasiswa terlatih secara konsisten untuk selalu berpikir reflektif. Jika keterampilan berpikir reflektif ini terus diberdayakan, maka suatu saat ketika guru fisika berada di lapangan otomatis akan dapat berpikir dan bertindak secara kritis dan kreatif yang dilandasi hasil refleksi yang cermat dalam menghadapi setiap permasalahan fisika.

Tahapan studi lapangan yang terakhir adalah pengkajian terhadap empat jenis bahan ajar yang selama ini digunakan dalam proses pembelajaran Fisika Matematika di suatu perguruan tinggi negeri di kota Semarang. Keempat bahan ajar tersebut yaitu buku teks *Mathematical Methods in the Physical Sciences* karya Mary L. Boas, buku ajar Fisika Matematika 1 yang ditulis oleh Prof. Dr. Supriadi Rustad, M.Si pada tahun 2007, dan modul berbasis *self regulated learning* Fisika Matematika 1 dan Fisika Matematika 2 yang ditulis oleh Ellianawati, S.Pd., M.Si.

Hasil analisis keempat bahan ajar tersebut di atas mengungkap bahwa konten teknik analisis matematis yang disajikan keempat bahan ajar sudah sesuai

dengan kurikulum, namun belum banyak menyentuh konsep fisika sebagai aplikasi dari dasar-dasar teknik analisis matematis yang dipelajari tersebut. Teknik sajiannya sangat bervariasi, ada yang berawal dari konsep fisika ke konsep analitis matematik, sebaliknya ada yang berawal dari konsep analisis matematis. Ada yang setelah pendahuluan dilanjutkan dengan contoh aplikasinya pada kasus-kasus fisika, dan ada yang berselang-seling antara konsep fisika dan konsep analisis matematis. Latihan soal yang disajikan oleh keempat bahan ajar lebih cenderung pada penguatan konsep tentang teknik dasar analisis matematis dan belum banyak memberikan latihan soal aplikasi teknik analisis matematis tersebut pada persoalan kontekstual fisika.

Berdasarkan fakta-fakta empiris yang telah ditemukan di atas menjadi hal yang urgen kiranya untuk mengembangkan perkuliahan Fisika Matematika yang didukung dengan penyajian bahan ajar yang mendorong peningkatan keterampilan berpikir reflektif mahasiswa calon guru fisika. Tujuannya tidak lain adalah agar guru fisika mampu menyelesaikan persoalan fisika sederhana secara reflektif. Terkait dengan upaya pengembangan perkuliahan Fisika Matematika ini, telah dilakukan studi literatur hasil penelitian terdahulu yang terbukti mampu meningkatkan komponen-komponen berpikir reflektif. Berdasarkan kajian terhadap hasil-hasil penelitian ini, beberapa peneliti telah melakukan inovasi pembelajaran sesuai dengan bidang studi masing-masing. Hasil-hasil penelitian tersebut antara lain sebagai berikut:

- 1) Katz *et al* (2003) menerapkan tutor *post-solution* pada mahasiswa fisika. Dalam penelitian mereka, pembelajaran reflektif dilakukan dengan menerapkan dialog reflektif klasikal. Dialog reflektif ini memfokuskan pada dialog konseptual, strategis, prosedural, taktis, dan general terhadap hasil pekerjaan mahasiswa dalam penyelesaian soal-soal Mekanika. Pada dialog konseptual, tutor berdialog dengan mahasiswa tentang prinsip dan konsep fisika yang mendasari penyelesaian soal. Dialog strategis adalah dialog yang fokus pada cara-cara dan hal-hal yang dibutuhkan dalam menyelesaikan

persoalan. Dialog prosedural merupakan dialog yang konsen pada pemberian koreksi dan saran kepada cara yang dilakukan oleh mahasiswa agar lebih efisien dalam menyelesaikan persoalan.

Dialog taktis adalah dialog yang dilakukan tutor dalam memberikan trik-trik dalam memahami persoalan dan menyelesaikan secara kuantitatif. Adapun dialog general dilakukan dengan memberikan penilaian secara umum terhadap hasil pekerjaan mahasiswa dalam memecahkan masalah fisika. Dalam dialog general ini disertai pula pemberian motivasi dan penjelasan tentang manfaat yang dapat mereka petik dari penyelesaian soal-soal fisika tersebut. Dialog reflektif yang diterapkan ini ternyata memberikan peningkatan intelegensi yang signifikan kepada mahasiswa dibandingkan dengan kelas kontrol yang tidak diberikan dialog reflektif. Dialog reflektif yang diterapkan ini tidak berbeda secara signifikan antara dialog reflektif secara langsung di dalam kelas dengan dialog reflektif dengan menggunakan perangkat komputer tutorial.

- 2) Cardellini (2006) mengimplementasikan pendekatan pembelajaran kelompok kecil pada mahasiswa teknik semester pertama untuk menyelesaikan persoalan terkait konsep kimia. Dengan menerapkan pendekatan ini mahasiswa secara aktif terlibat dalam pencarian solusi yang tepat terhadap masalah yang disajikan serta terdorong untuk dapat memaknainya dengan baik. Hal ini dilatihkan dengan cara meminta salah satu dari mahasiswa mempresentasikan di depan kelas dan dibahas bersama di kelas. Peran dosen dalam hal ini adalah sebagai pelatih dan pemberi stimulus untuk mencapai tujuan pembelajaran.

Pendekatan kelompok kecil terbukti telah memberi peluang kepada mahasiswa untuk memecahkan masalah yang mungkin tidak terpecahkan oleh mereka jika bekerja sendiri. Selain itu, mereka dapat belajar dari hasil temuan diskusi serta termotivasi untuk belajar sebanyak yang mereka bisa. Dari hasil presentasi diperoleh temuan bahwa solusi yang diajukan oleh

mahasiswa jelas, elegan, dan memiliki banyak kesamaan dalam hal ketidakpastian dan muncul kecenderungan berfikir secara *fuzzy* atau kabur ketika mencoba menyelesaikan secara individual. Mahasiswa cukup mengalami kesulitan untuk mengembangkan solusi kreatif dari masalah yang disajikan, tetapi memberikan kesempatan kepada mahasiswa untuk aktif menjadi pengembang dari solusi aslinya melalui berpikir intuitif.

- 3) Alghafri dan Nizam (2014) telah mengintegrasikan pembelajaran berbasis keterampilan berpikir kritis dan kreatif pada siswa sekolah dasar untuk meningkatkan keterampilan berpikir (*thinking skills*) siswa. Proses pembelajaran yang dilakukan adalah menerapkan pembelajaran berbasis keterampilan berpikir kritis dan kreatif secara terpisah pada topik-topik yang berbeda. Kegiatan dilanjutkan dengan menyisipkan keterampilan berpikir kritis dan kreatif dalam soal-soal tantangan. Di akhir semester dilakukan penerapan pembelajaran berbasis integrasi keterampilan berpikir kritis dan kreatif dalam satu topik. Ternyata proses pembelajaran yang bertahap dan simultan ini mampu meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan kreatif siswa. Berdasarkan temuan itu pula Alghafri dan Nizam menyatakan bahwa model tersebut dapat diterapkan dalam semua tingkatan pendidikan.
- 4) Isrok'atun (2014) dalam penelitian disertasinya telah menerapkan *Situation Based Learning* untuk meningkatkan kemampuan *Creative Problem Solving* matematis siswa. Dengan menerapkan pembelajaran berbasis situasi, yaitu kegiatan mengkreasi situasi matematis, menyelidiki dan menduga, memecahkan permasalahan, dan menerapkan konsep dalam persoalan kehidupan sehari-hari telah mendorong siswa memecahkan masalah matematis secara kreatif.
- 5) Egodawatte (2010) menerapkan sistem rubrik penilaian baik secara *self assessment* maupun *peer assessment* dalam penyelesaian soal matematika. Dengan menggunakan dua macam rubrik penilaian ini ternyata mampu meningkatkan proses pembelajaran mahasiswa karena dengan segera

mendapatkan *feedback* atas kemampuan diri. Melalui *feedback* yang berasal dari diri sendiri maupun dari orang lain ini mahasiswa dapat segera melakukan perbaikan dan berupaya meningkatkan penguasaannya dengan lebih maksimal. Proses secara *self assessment* maupun *peer assessment* ini tidak lain merupakan bagian dari proses melakukan refleksi karena adanya upaya untuk memikirkan pengetahuan apa yang telah dimiliki dan memikirkan pengetahuan apa yang harus ditingkatkan untuk dapat memecahkan masalah matematika.

Berdasarkan uraian hasil penelitian di atas, upaya yang telah dilakukan oleh para peneliti dalam meningkatkan komponen-komponen keterampilan berpikir reflektif tersebut kemudian diadopsi strateginya dan diadaptasi sesuai dengan tujuan peningkatan keterampilan berpikir reflektif seperti berikut ini:

- 1) Perkuliahan yang terinspirasi dari hasil penelitian Alhgafri dan Nizam (2014) dilaksanakan dengan pendekatan integrasi keterampilan berpikir kritis dan kreatif. Namun, dalam penelitian ini dilakukan secara simultan kedalam keterampilan berpikir reflektif. Prinsip keterampilan berpikir reflektif ini mewarnai perkuliahan Fisika Matematika dari awal sampai akhir baik pada proses perkuliahan, bahan ajar yang disajikan, maupun evaluasinya.
- 2) Selama proses perkuliahan, mahasiswa lebih banyak melakukan kerja kelompok untuk berlatih memecahkan masalah Fisika Matematika secara reflektif. Hasil kerja kelompok tersebut selanjutnya akan menjadi bahan diskusi kelas dan dipandu dengan dialog reflektif melalui tahapan-tahapan yang mengadopsi temuan Katz (2003) dan Cardellini (2006) untuk mendapatkan balikan secepatnya terhadap kesulitan belajar mahasiswa.
- 3) Selain itu diberikan pula tugas individual berupa pekerjaan rumah untuk menyelesaikan soal-soal latihan yang diberikan dalam bahan ajar untuk melakukan *self assessment* kemudian mendiskusikannya dengan kelompok sehingga terjadi *peer assessment* yang terinspirasi dari tulisan Egodawatte

(2010). Aktivitas ini diharapkan dapat memberi pengalaman kepada mahasiswa untuk bekerja baik secara mandiri maupun kolaboratif, melatih keterampilan berpikir reflektif dalam menyelesaikan persoalan fisika sederhana, serta mengenal aplikasi teknik analisis matematis dalam penyelesaian masalah fisika.

- 4) Berdasarkan hasil analisis bahan ajar pada studi pendahuluan di atas, serta memperhatikan keunggulan hasil penelitian Isrok 'atun (2014) ini, maka bahan ajar yang disusun dalam disertasi ini adalah bahan ajar berbasis situasi. Sistematika yang diterapkan dalam bahan ajar ini mengadopsi bahan ajar Fisika Matematika yang disusun oleh Dr. Husein Alatas. Pada bagian pendahuluan diawali dengan penyajian situasi fisis, dilanjutkan dengan pendalaman materi, kemudian disajikan beberapa aplikasi materi pada situasi baru, serta disediakan latihan soal berbasis pengembangan situasi yang memperkaya wawasan mahasiswa.

Bahan ajar semacam ini berpeluang memberikan bantuan secara proporsional, yaitu secara bertahap dan berjenjang kepada mahasiswa fisika untuk berlatih secara mandiri menguasai teknik analisis matematis, kemanfaatan, dan aplikasinya dalam penyelesaian soal fisika sederhana. Kombinasi sistematika bahan ajar dan pemberian tugas berbasis situasi ini dapat memberi kesempatan kepada mahasiswa untuk dapat menguasai konsep Fisika Matematika dengan baik dan dapat menyelesaikan permasalahan fisika dengan menggunakan analisis matematis secara reflektif.

Strategi-strategi yang diterapkan ini diupayakan dapat menjadi strategi yang tepat untuk mendukung dan mendorong peningkatan keterampilan berpikir reflektif mahasiswa Program Studi Pendidikan Fisika melalui pembelajaran Fisika Matematika. Ide pemberian tugas di atas sebenarnya juga muncul berdasarkan pengalaman mengikuti perkuliahan Kajian Fisika Modern dan perkuliahan Listrik

Magnet yang diampu oleh Dr. Aloysius Rusli pada Program S2 Pendidikan Fisika Sekolah Pascasarjana UPI tahun 2013/2014. Penugasan reflektif yang diberikan oleh beliau antara lain sebagai berikut.

- 1) Setiap akhir perkuliahan selalu ada pekerjaan rumah menyelesaikan soal analisis matematis terhadap permasalahan fisika kontekstual dengan menggunakan konsep dasar fisika serta konsep dasar diferensial dan integral. Pekerjaan rumah ini dikerjakan secara berkelompok namun dilaporkan secara individu sesuai dengan gaya penulisan masing-masing. Persoalan yang tidak dapat dikerjakan oleh mahasiswa dibahas di awal pertemuan berikutnya. Proses pembahasan yang selalu mengaitkan konsep fisika dan teknik analisis matematika memberikan kemudahan kepada mahasiswa dalam memaknai setiap solusi yang diperoleh. Proses ini bahkan memungkinkan mahasiswa untuk melakukan prediksi terhadap perilaku persamaan yang diperoleh pada domain yang lebih luas.
- 2) Tugas yang diberikan selain penyelesaian soal-soal adalah tugas penulisan kerangka perkuliahan. Tugas ini bertujuan membantu mahasiswa untuk dapat memaknai perkuliahan yang telah dijalani dengan menuliskan intisari materi yang disajikan, mengajukan pertanyaan dan dugaan jawaban, hasil refleksi, serta niatan untuk pihak lain. Tugas ini harus disajikan dalam satu halaman kertas ukuran A4. Pemberian tugas semacam ini akan melatih mahasiswa berpikir kritis, kreatif, reflektif, dan sistematis.
- 3) Tugas berikutnya yang diberikan adalah tugas rangkuman hasil analisis artikel ilmiah. Tugas ini sangat menarik karena mahasiswa diberi kesempatan untuk melakukan eksplorasi aplikasi analisis matematis terhadap beragam persoalan fisika yang terdapat dalam artikel jurnal internasional yang direkomendasikan oleh dosen. Kegiatan ini juga menambah khasanah mahasiswa tentang cara-cara penyelesaian permasalahan fisika dengan pendekatan yang berbeda-beda.

Ellianawati, 2016

PENGEMBANGAN PERKULIAHAN FISIKA MATEMATIKA BERBASIS COGNITIVE APPRENTICESHIP-INSTRUCTION UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN BERPIKIR REFLEKTIF CALON GURU FISIKA

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Dari ketiga penugasan tersebut, penugasan pertama adalah penugasan yang paling mendekati karakteristik perkuliahan Fisika Matematika. Bahan ajar yang direkomendasikan oleh dosen sudah memuat penjelasan yang cukup detail dan dapat dipelajari secara mandiri oleh mahasiswa pascasarjana. Dosen cukup memberi penekanan kepada mahasiswa tentang hal-hal esensial yang harus dikuasai. Pada saat proses pemaparan berlangsung mahasiswa lebih banyak melakukan pendalaman dan penguatan terhadap beberapa konsep yang krusial melalui diskusi kelas. Strategi ini juga menjadi pertimbangan untuk diterapkan sebagai strategi pengelolaan kelas untuk mata kuliah Fisika Matematika.

Berdasarkan hasil analisis hasil studi internasional terkait tahapan berpikir reflektif, beberapa strategi pembelajaran telah diujicobakan dan terbukti mampu meningkatkan keterampilan berpikir reflektif. Pembelajaran yang melatih secara simultan proses berpikir kritis dan kreatif dalam menyelesaikan masalah, mengaktifkan pembelajaran kelompok kecil dengan dipandu dialog reflektif memberikan tugas-tugas yang mendorong terjadinya *self assessment* dan *peer assessment* serta menyajikan pembelajaran berbasis situasi masih dilakukan secara parsial. Akan tetapi, ada satu model pembelajaran yang dapat mengakomodasi strategi-strategi tersebut, yaitu model *Cognitive Apprenticeship (CA)*. Dalam model *CA* terdapat tahapan *modeling* untuk menyajikan pembelajaran berbasis situasi, tahapan *coaching* untuk mengaktifkan pembelajaran kelompok kecil dan terjadinya proses dialog reflektif, tahapan *reflection* dan tahapan *articulation* sebagai sarana melakukan *self assessment* dan *peer assessment*, serta tahapan *exploration* untuk melatih pemecahan masalah yang melibatkan proses berpikir kritis dan kreatif secara simultan. Oleh karena ini, model *CA* merupakan model yang paling sesuai untuk diterapkan dalam perkuliahan Fisika Matematika.

Model *CA* merupakan program magang kognitif yang diadopsi dari bidang vokasi kedalam dunia pendidikan untuk mengembangkan keterampilan kognitif dalam memecahkan masalah terkait tugas-tugas yang lebih kompleks (Collins *et al*, 1989). Collins, Brown, dan Newman dalam Collins *et al*, (1991) merupakan

orang-orang yang pertama kali mengusulkan model CA dalam pendidikan vokasi. Melalui pembelajaran berbasis CA ini menurut mereka akan dapat memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk memperoleh, mengembangkan, dan memanfaatkan aktivitas dengan bantuan situasi nyata.

Herrington dan Oliver (2000) kemudian mengusulkan perbaikan model CA ini dengan mengajukan sembilan karakteristik yaitu: konteks otentik, aktivitas otentik, akses untuk memiliki performan seorang ahli dan proses modeling, peran ganda dan perspektif, kolaborasi, *coaching* dan *scaffolding*, refleksi, artikulasi, dan asesmen yang terintegrasi dengan tugas-tugas. Beberapa tahun kemudian, Ghefaily (2003) mengusulkan lima komponen CA dalam pembelajaran yaitu: adanya konteks, prinsip otentik, aktivitas dan partisipasi, komunitas praktis, dan distribusi kognitif.

Pada komponen konteks adalah bagaimana memaknai konten, prinsip otentik yaitu bagaimana menghubungkan konten dengan dunia nyata, serta memaknai aktivitas dan partisipasi yaitu bagaimana peserta didik terlibat aktif dalam pembelajaran yang bermakna dengan dukungan dialog yang berkualitas dengan pendidik. Selain itu, penting juga melibatkan komunitas praktis dimana melalui kegiatan dalam suatu komunitas peserta didik dapat melakukan interpretasi, merefleksi, dan membentuk sebuah makna, termasuk memperhatikan distribusi kognitif yaitu keterlibatan aktif semua pihak yang berkepentingan dalam pengembangan CA ini. Selanjutnya, Dennen dan Jonassen (2004) mengusulkan tujuh tahapan pembelajaran dalam model CA untuk diterapkan dalam dunia pendidikan yang meliputi *modeling*, *explanation*, *coaching*, *scaffolding*, *reflection*, *articulation*, dan *exploration*.

Berdasarkan karakteristik, komponen yang harus terlibat, serta tahapan pembelajaran yang diusulkan oleh para peneliti di atas nampak bahwa rancangan kegiatan dan tujuan disertasi ini terangkum dalam model CA ini. Beberapa penelitian tentang implementasi CA ini telah dilakukan. Hal yang membedakan penelitian disertasi ini dengan penelitian sebelumnya antara lain sebagai berikut.

Ellianawati, 2016

PENGEMBANGAN PERKULIAHAN FISIKA MATEMATIKA BERBASIS COGNITIVE APPRENTICESHIP-INSTRUCTION UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN BERPIKIR REFLEKTIF CALON GURU FISIKA

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

1. Johnson & Fischbach (1992) menerapkan CA sebagai model *cognitive apprenticeship-instruction* (CA-I) pada perkuliahan Matematika Teknik. Pada penelitian mereka sama dengan penelitian disertasi ini, dosen berperan sebagai expert saat *modeling* dan sebagai *coach* saat *workshop* atau latihan soal dalam kelompok kecil secara kolaboratif. Bedanya, bila model CA-I mereka merupakan leburan dari tahapan *coaching-modeling-fading* model Schoenfeld (1992) and model *collaborative workshop* Treisman (1985), model CA-I dalam disertasi ini menggunakan tahapan Dennen (2004). Bila tujuan penelitian mereka untuk meningkatkan kemampuan *problem solving*, maka pada penelitian disertasi ini bertujuan untuk meningkatkan keterampilan berpikir reflektif.
2. Chee, Y.S. (1995) menerapkan CA sebagai lingkungan belajar berbasis situasi dengan istilah CALET dari model SmallTALKER the *Cognitive Apprenticeship Learning Environment*, dimana tahapan *scaffolding* dan *fading* diterapkan secara terpisah dari tahapan *coaching* dalam mata kuliah Pemrograman Komputer. Dalam penelitian disertasi ini tahapan CA diterapkan sebagai basis model perkuliahan dan untuk *scaffolding* dan *fading* dilakukan di dalam tahapan *coaching* yang diterapkan dalam pembelajaran kelompok kecil.
3. Suthers, *et al* (1997) menerapkan CA untuk mendorong peran dosen sebagai seorang fasilitator yang membantu kelompok kecil untuk memandu pekerjaan mereka baik secara kelompok maupun individu dan CA merupakan bagian dari model pembelajaran inkuiri terintegrasi dalam pembelajaran sains. Peran dosen dalam model CA yang diterapkan pada penelitian disertasi ini adalah sebagai *expert* sekaligus *coach* yang memandu diskusi kelompok kecil dan diskusi kelas dengan bantuan dalam bentuk *scaffolding* dan model CA merupakan basis model pembelajaran.
4. Liu (2005) menerapkan CA dalam model *Web-based Cognitive Apprenticeship Model* dimana tahapan yang dilakukan dalam pembelajaran

terdiri dari tahapan *modeling-observing*, *scaffolding-practicing*, dan *guiding-generalizing* dalam model pembelajaran berbasis web pada mata kuliah Perencanaan Pembelajaran. Pada penelitian disertasi ini tahapan model CA yang digunakan adalah *modeling-coaching-reflection-articulation-exploration* pada mata kuliah Fisika Matematika.

5. Glazer, Hannafin, dan Liyan (2005) serta Glazer dan Hannafin (2006) mengembangkan CA dalam sistem kolaboratif guru muda dan guru senior pada pengembangan profesi guru dengan menerapkan empat tahapan yaitu tahapan *introducing-developmental-proficient-mastery*. Keempat tahapan pada dasarnya mengarah pada *scaffolding* yang berangsur berkurang dalam pembinaan guru sehingga menjadi guru yang mandiri dan profesional. Dalam penelitian ini *scaffolding* diberikan dalam kegiatan diskusi, diterapkan dalam perkuliahan reguler bagi calon guru.

Sampai dengan saat ini belum ditemukan penelitian tentang signifikansi pembelajaran dengan penerapan model CA dalam perkuliahan Fisika Matematika maupun upaya peningkatan keterampilan berpikir reflektif dengan penerapan CA. Dengan demikian penggunaan model CA untuk meningkatkan keterampilan berpikir reflektif dalam mengimplementasikan kemampuan analisis matematis untuk menyelesaikan persoalan fisika pada perkuliahan Fisika Matematika ini akan menjadi hal yang baru. Namun model CA ini akan dimodifikasi tahapannya sesuai dengan tujuan penelitian ini yaitu meningkatkan keterampilan berpikir reflektif dimana kegiatan refleksi akan mewarnai setiap tahapan, sehingga model CA ini dikembangkan menjadi *Cognitive Apprenticeship-Instruction (CA-I)*. Tahapan model *CA-I* yang mengacu pada Dennen dan Jonassen (2004) pada penelitian disertasi ini adalah sebagai berikut.

- 1) Modeling (*modeling*): Menunjukkan proses berpikir
- 2) Pelatihan (*coaching*): Membantu dan mendukung kegiatan kognitif peserta didik yang diperlukan (termasuk *scaffolding*)
- 3) Refleksi (*reflection*): Analisis dan penilaian diri

Ellianawati, 2016

PENGEMBANGAN PERKULIAHAN FISIKA MATEMATIKA BERBASIS COGNITIVE APPRENTICESHIP-INSTRUCTION UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN BERPIKIR REFLEKTIF CALON GURU FISIKA

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

- 4) Artikulasi (*articulation*): Verbalisasi hasil refleksi
- 5) Eksplorasi (*exploration*): Pembentukan dan pengujian hipotesis mereka sendiri

Pilihan kata *instruction* adalah mengacu pada terminologi yang disampaikan oleh Reigeluth (1999), “*Instructional theory is different than learning theory. A learning theory describes how learning takes place, and an instructional theory prescribes how to better help people learn.*” Selain itu, menurut Merrill (2007, 2009) ada lima prinsip utama instruksi digambarkan sebagai seperangkat prinsip yang saling terkait yang apabila diterapkan dengan benar akan meningkatkan kualitas belajar peserta didik. Kelima prinsip tersebut adalah berpusat pada tugas yang relevan dengan dunia nyata, berorientasi pada aktivitas peserta didik, menggali keterampilan melalui kegiatan demonstrasi, memberi kesempatan peserta didik untuk mengaplikasikan dan mengintegrasikan pengetahuan mereka untuk terampil memecahkan masalah.

Prinsip-prinsip yang disampaikan Merrill (2007, 2009) ini sejalan dengan karakteristik *CA*, sehingga pilihan istilah *CA-I* dipandang tepat dan relevan. Hal yang berbeda dari peneliti sebelumnya terkait pelaksanaan program pembelajaran berbasis *CA-I* untuk mata kuliah Fisika Matematika ini adalah terintegrasinya komponen berpikir kritis dan kreatif secara *interwoven* dan *interdependent*.

1.2 Rumusan Masalah Penelitian

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dipaparkan tersebut, maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut: “apakah perkuliahan Fisika Matematika yang dikembangkan dengan menggunakan model *CA-I* dapat meningkatkan keterampilan berpikir reflektif mahasiswa calon guru fisika? Untuk mencapai maksud penelitian ini, maka rumusan masalahnya dapat diuraikan menjadi beberapa pertanyaan penelitian sebagai berikut.

Ellianawati, 2016

PENGEMBANGAN PERKULIAHAN FISIKA MATEMATIKA BERBASIS COGNITIVE APPRENTICESHIP-INSTRUCTION UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN BERPIKIR REFLEKTIF CALON GURU FISIKA

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

- 1) Perkuliahan Fisika Matematika berbasis *CA-I* yang seperti apakah yang prosesnya memungkinkan mahasiswa calon guru fisika meningkatkan keterampilan berpikir reflektifnya?
- 2) Bagaimanakah pengaruh implementasi perkuliahan Fisika Matematika berbasis *CA-I* terhadap peningkatan keterampilan berpikir reflektif mahasiswa calon guru fisika?
- 3) Bagaimanakah peran berpikir kritis dan berpikir kreatif dalam proses berpikir reflektif berdasarkan hasil penelitian ini?
- 4) Bagaimana tanggapan mahasiswa calon guru fisika terhadap implementasi perkuliahan Fisika Matematika berbasis *CA-I*?
- 5) Bagaimanakah implementasi perkuliahan Fisika Matematika berbasis *CA-I* bila dilakukan oleh dosen secara mandiri di kelas tanpa dampingan peneliti?
- 6) Kendala-kendala apa saja yang terjadi selama proses implementasi perkuliahan Fisika Matematika berbasis *CA-I* dalam meningkatkan keterampilan berpikir reflektif mahasiswa calon guru fisika?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini, secara umum, bertujuan untuk menghasilkan program perkuliahan Fisika Matematika berbasis *CA-I* yang memuat sintaks, bahan ajar, dan asesmen yang dapat meningkatkan keterampilan berpikir reflektif mahasiswa. Selain itu, penelitian disertasi ini juga bertujuan untuk mendapat gambaran terkait hal-hal berikut.

- a. Pengaruh implementasi perkuliahan Fisika Matematika berbasis *CA-I* terhadap peningkatan keterampilan berpikir reflektif mahasiswa calon guru fisika.
- b. Peran proses berpikir kritis dan kreatif dalam proses berpikir reflektif.
- c. Tanggapan mahasiswa calon guru fisika terhadap implementasi perkuliahan Fisika Matematika berbasis *CA-I*.

Ellianawati, 2016

PENGEMBANGAN PERKULIAHAN FISIKA MATEMATIKA BERBASIS COGNITIVE APPRENTICESHIP-INSTRUCTION UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN BERPIKIR REFLEKTIF CALON GURU FISIKA

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

- d. Implementasi perkuliahan Fisika Matematika berbasis *CA-I* apabila dilakukan secara mandiri oleh dosen di kelas tanpa dampingan peneliti.
- e. Kendala yang terjadi selama implementasi perkuliahan Fisika Matematika berbasis *CA-I*.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat secara signifikan baik bagi dosen pengampu mata kuliah Fisika Matematika, institusi penyelenggara Program Pendidikan Fisika, dan peneliti lain yang berkepentingan terhadap hasil penelitian ini. Adapun beberapa manfaat penelitian ini antara lain sebagai berikut:

- 1) Manfaat penelitian dari segi teori.
 - a) Memberikan kejelasan tentang sintaks perkuliahan Fisika Matematika berbasis *CA-I*.
 - b) Memberikan kejelasan tentang sistematika bahan ajar yang mendukung peningkatan keterampilan berpikir reflektif bagi mahasiswa Program Studi Pendidikan Fisika.
 - c) Memunculkan ragam asesmen dalam pengukuran terkait peningkatan keterampilan berpikir reflektif.
 - d) Memberi kejelasan tentang peran berpikir kritis dan berpikir kreatif dalam proses berpikir reflektif berdasarkan hasil uji empiris.
- 2) Manfaat penelitian dari segi kebijakan.
 - a) Memberi saran kepada penyusun kurikulum Program Studi Pendidikan Fisika tentang kurikulum mata kuliah Fisika Matematika yang khas untuk membekali keterampilan berpikir reflektif yang penting bagi mahasiswa sebagai calon guru fisika.
 - b) Memberikan saran kepada pengampu mata kuliah Matematika Dasar untuk Fisika tentang kemampuan dasar yang harus dibekalkan kepada mahasiswa untuk mampu menempuh mata kuliah Fisika Matematika.

Ellianawati, 2016

PENGEMBANGAN PERKULIAHAN FISIKA MATEMATIKA BERBASIS COGNITIVE APPRENTICESHIP-INSTRUCTION UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN BERPIKIR REFLEKTIF CALON GURU FISIKA

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

1.5 Definisi Operasional

Agar permasalahan dalam penelitian ini tidak menimbulkan pengertian yang berbeda-beda, maka perlu disampaikan tentang definisi istilah yang terdapat dalam judul penelitian disertasi ini sebagai berikut.

- 1) Pengembangan perkuliahan Fisika Matematika berbasis *Cognitive Apprenticeship-Instruction* (CA-I) yang dimaksudkan dalam penelitian ini adalah kegiatan mengembangkan perkuliahan Fisika Matematika dengan menggunakan sintaks *modeling*, *coaching*, *reflection*, *articulation*, dan *exploration*; bahan ajar berbasis situasi; dan asesmen reflektif. Tahapan pengembangan ini dilakukan secara iteratif yang terdiri dari dua tahapan. Pengembangan secara iteratif yang dimaksudkan mengacu pada definisi yang diajukan oleh van der Akker *et al* (2006:5), yaitu menggabungkan siklus dan analisis, desain dan pengembangan, serta evaluasi dan refleksi. Selama proses pengembangan dilakukan penelitian secara kolaboratif antara peneliti dan dosen model. Pengembangan tahap pertama dilakukan pada sampel skala terbatas, hasil rekomendasi tahapan pengembangan pertama diimplementasikan pada tahapan kedua. Tahapan pengembangan kedua di dua kelas besar, kelas A dan kelas B. Implementasi di kelas A diobservasi dan dievaluasi, kemudian hasil rekomendasinya diimplementasikan di kelas B. Implementasi di kelas B diobservasi dan dievaluasi hingga diperoleh model perkuliahan yang *fix*. Model yang sudah *fix* ini dicoba diterapkan di kelas eksperimen dengan dua kelas kontrol pada tahapan uji lapangan. Tujuannya adalah untuk mendapat informasi terkait penerapan model ini tanpa dampikan peneliti. Informasi terkait keterlaksanaan tahapan program

pembelajaran diperoleh dengan melakukan observasi. Informasi tentang capaian hasil belajar mahasiswa diperoleh dari hasil tes, sedangkan respon mahasiswa diperoleh dari hasil pengisian angket dan kegiatan wawancara. Kendala pelaksanaan program juga diinventarisasi berdasarkan catatan lapangan selama proses observasi serta wawancara.

- 2) Keterampilan berpikir reflektif yang dimaksudkan dalam disertasi ini adalah keterampilan dalam mengenali masalah, merumuskan masalah, menyusun beberapa alternatif pemecahannya, mengembangkan ide dari alternatif yang dipilihnya, serta keterampilan mengevaluasi kembali solusi yang dipilihnya hingga menjadi keputusan final. Instrumen untuk mengukur keterampilan berpikir reflektif yaitu tes keterampilan berpikir reflektif. Peningkatan keterampilan reflektif mahasiswa menggunakan perhitungan *N Gain* sedangkan dampak implementasi perkuliahan Fisika Matematika Berbasis *CA-I* terhadap peningkatan keterampilan berpikir reflektif menggunakan perhitungan *effect size*.
- 3) Ruang lingkup atau batasan masalah pada penelitian disertasi ini adalah pada peningkatan keterampilan berpikir reflektif dengan subjek mahasiswa calon guru fisika pada perkuliahan Fisika Matematika dengan menggunakan model *CA-I*. Perkuliahan Fisika Matematika 1 dijadikan sebagai proyek pilot karena pada saat menempuh mata kuliah Fisika Matematika 1 mahasiswa harus mulai menggunakan konsep-konsep fisika maupun konsep analisis matematik yang simultan dan kompleks yang belum ditemui pada mata kuliah sebelumnya. Pada kondisi semester awal seperti ini, maka keterampilan berpikir reflektif sangat diperlukan dalam membantu keberhasilan mahasiswa dalam menempuh mata kuliah Fisika Matematika 1. Materi yang banyak dibahas dalam disertasi ini adalah materi Deret dengan alasan materi Deret merupakan materi pertama yang diajarkan dan banyak sekali yang dapat diambil pelajaran dari pengalaman pertama menggunakan model *CA-I* dalam perkuliahan Fisika Matematika.

Ellianawati, 2016

**PENGEMBANGAN PERKULIAHAN FISIKA MATEMATIKA BERBASIS COGNITIVE APPRENTICESHIP-
INSTRUCTION UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN BERPIKIR REFLEKTIF CALON GURU
FISIKA**

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

1.6 Struktur Organisasi Penelitian Disertasi

Disertasi ini terdiri dari lima bagian yaitu Bab I tentang Pendahuluan, Bab II Kajian Pustaka, Bab III Metode Penelitian, Bab IV Temuan dan Pembahasan, dan Bab V Simpulan, Implikasi, dan Rekomendasi. Pada Bab I disampaikan tentang latar belakang penelitian, rumusan masalah penelitian, tujuan penelitian, manfaat penelitian, definisi operasional, serta struktur organisasi penelitian disertasi.

Pada Bab II, dibahas tentang landasan teori yang mendukung upaya-upaya peningkatan komponen keterampilan berpikir reflektif dalam perkuliahan Fisika Matematika berbasis *CA-I* yang berorientasi pada proses berpikir reflektif. Berbasis *CA-I* artinya program pembelajaran ini menggunakan sintaks *CA-I* sedangkan berorientasi pada proses berpikir reflektif bermakna menitikberatkan pada proses berpikir reflektif dalam pemecahan masalah.

Pada Bab III dipaparkan tentang metode penelitian campuran (*mixed method*) yang dijabarkan dalam metode dan desain penelitian. Pada Bab IV disampaikan tentang temuan dan pembahasanan dari hasil penelitian. Pada bab ini diuraikan tentang karakteristik perkuliahan Fisika Matematika berbasis *CA-I*; peningkatan keterampilan berpikir reflektif mahasiswa setelah menempuh perkuliahan; peran berpikir kritis dan berpikir kreatif dalam proses berpikir reflektif; respon mahasiswa terkait pelaksanaan perkuliahan Fisika Matematika berbasis *CA-I*; serta kendala pelaksanaan perkuliahan Fisika Matematika berbasis *CA-I* ini dalam meningkatkan keterampilan berpikir reflektif mahasiswa. Pada Bab V disajikan simpulan, implikasi, dan rekomendasi dari hasil penelitian.